



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

国·家·级·精·品·课·教·材

环境学基础

The Introduction
to Environmental Science

第二版

Second Edition

鞠美庭 邵超峰 李智 主编



化学工业出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
国家级精品课教材

环境学基础

第二版

The Introduction to Environmental Science
Second Edition

鞠美庭 邵超峰 李 智 主 编
池勇志 李洪远 刘 伟 副主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本教材共分12章,包括绪论、全球环境问题、资源与环境、人口与环境、生态系统与生态保护、大气环境保护、水环境保护、土壤环境保护、固体废物处置及管理、物理污染及其防治、生态城市建设、可持续发展理论与实践。

为了提高教材的使用效果,在每章正文前编有“导读”,每章后附有思考题;为了配合双语教学的需要,在各章中都插入了一些概念和基本知识的英文解释。本教材配有内容完整、图文声并用的多媒体教学课件。

本书可作为高等学校环境类专业的教材,也可作为非环境类专业素质教育课程的教学用书;可作为一般读者了解和学习环境科学基本知识的选择读物,也可作为各级决策、管理和工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

环境学基础/鞠美庭,邵超峰,李智主编. —2版. —北京:
化学工业出版社,2010.8
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
国家级精品课教材
ISBN 978-7-122-08690-7

I. 环… II. ①鞠…②邵…③李… III. 环境科学-高等学校-
教材 IV. X

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第095829号

责任编辑:满悦芝
责任校对:郑捷

文字编辑:汲永臻
装帧设计:史利平

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)
印刷:北京云浩印刷有限责任公司
装订:三河市前程装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张19 1/2 字数528千字 2010年8月北京第2版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:38.00元

版权所有 违者必究

前言

环境学基础这门课程在南开大学开设大致经历了以下三个阶段：第一阶段（1979～1993），课程的名称为“环境保护概论”，课程教学特点是以环境问题为导向，侧重于环保基础知识、微观方面的环境污染成因分析及污染后治理技术介绍。第二阶段（1994～2000），课程的名称为“环境学”，这段时间的教学贯穿了可持续发展理念，开始将生态环境问题纳入到课程教学中来，同时授课中也开始涉及对人口、资源、能源与环境的关系讨论。第三阶段（2001至今），课程的名称改为“环境学基础”，这段时间课程教学的目标定位：将宏观的可持续发展战略、中观的区域环境规划-管理和微观的生态保护-污染防治技术密切结合起来；从宏观上说，本课程要使学生掌握正确的世界观、自然观、地球观，要使学生认识到环境对人类有着不可取代的价值，人类要存在、要发展，就必须协调好社会、经济与环境的关系；从中观上说，要使学生掌握区域规划和环境管理的基本原则和思路，尤其对区域物质流、能量流和信息流集成的管理技术思路要有较深刻的理解和认识；微观上说，本课程要使学生学习和了解保护环境的各种技术，如生态修复技术、清洁生产技术等。

多年来，南开大学环境科学与工程学院高度重视本门专业入门课的教学改革，坚持将针对性、系统性、实用性和前瞻性统一起来，努力实现“起点高、容量大、内容新”的教学宗旨；特别注重将精细化教育模式与创新型人才培养模式相结合，切实拓展课程教学在目标引导、资源支持、管理协调和授业解惑等方面的作用和影响。该课程近十年来先后被评为南开大学的优秀课程、观摩课程、精品课程和示范精品课程，2005年被评为天津市精品课程，2009年被评为“国家精品课程”。

正是在上述背景下，我们结合近几年教育部对本科教学规范的改革导向以及南开大学的教学实践，完成了本教材的编写。本教材是由鞠美庭、邵超峰、李智（四川大学）和刘伟（成都信息工程学院）等在第一版的基础上修编而成，参加修编工作的还有赵天心、任希珍、吴晓波、刘乐、王雁南、李倩、李洪远、池勇志（天津城市建设学院）等。全书由鞠美庭、邵超峰统稿（上述人员中未注明单位者单位均为南开大学）。

本教材在编写过程中参考了相关领域的著作、教材，在此向有关作者致以谢忱。衷心希望专家、学者及广大读者对本书的疏漏之处给予指教。

鞠美庭

2010年7月

于南开大学环境科学与工程学院

第一版前言

环境学基础这门课程在南开大学开设已经有 20 多年的历史了；本课程的主要特点是涉及知识面广和专业基础性强，其内容包括环境问题和环境科学的发展、生态学基本知识、环境保护与可持续发展、环境保护与资源开发、环境污染及防治等诸多内容。该课程对环境科学类专业的学生来说，是一门重要的专业基础课、专业入门课；对其他专业的学生来说是一门重要的选修课、素质教育课。多年来，南开大学对这门课的教学改革工作特别重视，我们教改的指导思想主要有二，一是将针对性、系统性、实用性和前瞻性统一起来；二是要实现“起点高、容量大、内容新”的教学宗旨。目前，已作为南开大学教学观摩课之一的该课程，正在努力争取进入天津市及国家级精品课程之列；本教材正是在这种背景下着手组织编写的。

本书由鞠美庭主持编写，池勇志、李洪远担任副主编，其他参与编写的人员是（按姓氏笔画为序）：马瑞巧（第 6 章、第 8 章）、王大为（英文编校、附录）、史聆聆（第 3 章）、刘立国（第 1 章）、刘伟（第九章）、李凯（第 10 章）、李智（第 7 章）、陈敏（第 2 章）、林慧（第 4 章）、薛楠（英文编校、附录）。

朱坦教授作为编写顾问，对本书的编写进行了全程指导。

本书的得以出版要感谢化学工业出版社的大力支持，感谢南开大学教务处及天津城市建设学院教务处有关领导的指导与帮助。

本书在编写过程中参考了不少相关领域的著作、教材，在此也向有关作者致以谢忱。

由于时间及水平所限，书中错误、疏漏之处在所难免，希望得到专家、学者及广大读者的批评指教。

鞠美庭

2004 年 5 月

于南开大学环境科学与工程学院

目 录

1 绪论	1
1.1 自然环境与人类社会	2
1.1.1 地球环境的形成与演化	2
1.1.2 地球生命的诞生和演化	3
1.1.3 人类环境及其功能特性	3
1.2 环境科学的产生和发展	7
1.2.1 环境问题的产生和发展	7
1.2.2 环境科学的产生和发展	8
1.3 环境科学研究的对象和内容	10
1.3.1 环境科学研究的对象和任务	11
1.3.2 环境科学研究的内容及其分科	11
思考题	13
2 全球环境问题	14
2.1 全球气候变化	15
2.1.1 气候变化	15
2.1.2 气候变化的危害	16
2.1.3 减缓气候变化的行动	18
2.2 臭氧层破坏	20
2.2.1 臭氧层	20
2.2.2 臭氧层破坏	21
2.2.3 臭氧层破坏的危害	22
2.2.4 臭氧层保护行动	23
2.3 生物多样性损失	25
2.3.1 生物多样性的概念及意义	25
2.3.2 生物多样性现状	26
2.3.3 生物多样性保护	28
2.4 酸雨	29
2.4.1 酸雨的形成及危害	29
2.4.2 酸雨分布	32
2.4.3 酸雨的控制	33
2.5 荒漠化	34
2.5.1 荒漠化及其成因	34
2.5.2 荒漠化的现状	35
2.5.3 荒漠化防治	36
2.6 持久性有机污染物	37
2.6.1 持久性有机污染物的特性和危害	37
2.6.2 我国持久性有机污染物污染现状	40
2.6.3 持久性有机污染物的防治行动	41
思考题	41
3 资源与环境	42
3.1 自然资源概述	43
3.1.1 自然资源的内涵及特征	43
3.1.2 人类社会与自然资源的关系	44
3.1.3 自然资源分类	46
3.2 自然资源的价值	47
3.2.1 自然资源价值的构成	47
3.2.2 自然资源价值的实现	48
3.2.3 认识自然资源价值的意义	49
3.3 中国的资源开发与利用	49
3.3.1 中国资源的国际地位	49
3.3.2 中国主要资源开发利用的现状	50
3.3.3 中国资源环境问题的形势与思考	61
思考题	63
4 人口与环境	64
4.1 世界人口增长现状及趋势	65
4.1.1 世界人口增长现状	65
4.1.2 世界人口增长特点	68
4.1.3 世界人口预测	71
4.2 人口增长对环境的影响	74
4.2.1 人口增长对水资源的影响	74
4.2.2 人口增长对土地资源的影响	75
4.2.3 人口增长对能源的影响	75
4.2.4 人口增长对森林、草原的影响	76
4.2.5 人口增长对气候变化的影响	76
4.2.6 人口增长对环境的污染	77

4.2.7 环境人口容量	77	4.3.2 解决我国人口问题的主要对策	81
4.3 我国人口现状与控制	79	思考题	83
4.3.1 我国人口现状及其特点	79		
5 生态系统与生态保护	84		
5.1 生态系统概述	85	5.2.2 生态平衡与生态破坏	103
5.1.1 生态系统的基本概念	85	5.3 人工生态系统	108
5.1.2 生态系统的组成和结构	86	5.3.1 生态系统分类	108
5.1.3 生态系统的功能	93	5.3.2 城市生态系统	112
5.2 生态保护的基本原理	101	5.3.3 农业生态系统	116
5.2.1 生态学一般规律	101	思考题	119
6 大气环境保护	120		
6.1 大气层结构与气象要素	121	6.4.3 开发和利用清洁能源	134
6.1.1 大气的组成	121	6.4.4 积极推进工业污染控制	137
6.1.2 大气层结构	121	6.4.5 加强宏观调控改善大气环境 质量	137
6.1.3 影响大气污染的气象因素	123	6.4.6 采取综合措施推进大气污染防治 工作	138
6.2 大气污染及污染源	124	6.4.7 加强大气污染排放标准研究及 监测能力建设	138
6.2.1 大气污染	124	6.5 大气环境规划	139
6.2.2 大气污染源	125	6.5.1 大气环境规划技术思路	139
6.2.3 大气污染物	126	6.5.2 大气环境现状分析	139
6.2.4 大气污染的危害	127	6.5.3 大气环境规划目标和指标体系	140
6.3 我国大气污染现状	128	6.5.4 大气环境功能区划	140
6.3.1 我国大气污染概况	128	6.5.5 大气环境容量测算	141
6.3.2 我国大气污染特点	129	6.5.6 大气污染物总量控制	144
6.3.3 我国大气污染防治成效及问题	129	思考题	147
6.4 大气污染控制措施	133		
6.4.1 优化产业结构和产业布局	133		
6.4.2 提高能源利用效率	133		
7 水环境保护	148		
7.1 水质及水环境质量指标	149	7.4.2 海洋环境现状	166
7.1.1 水质指标	149	7.4.3 我国水污染防治成效及问题	168
7.1.2 水质标准	151	7.5 水体污染防治途径	171
7.2 水污染及水体自净	153	7.5.1 提高水资源利用率	171
7.2.1 水污染与污染源	153	7.5.2 发展城市污水资源化	172
7.2.2 水污染的危害	158	7.5.3 控制面源污染	173
7.2.3 水体自净	159	7.5.4 工业水污染防治	173
7.3 水体污染物的迁移和转化	160	7.5.5 开展流域性水污染防治	174
7.3.1 无机污染物在水体中的迁移 转化	160	7.5.6 因地制宜发展污水处理技术	175
7.3.2 有机污染物在水体中的迁移 转化	161	7.6 水环境规划	175
7.3.3 石油类物质在水体中的迁移 转化	162	7.6.1 水环境规划技术思路	176
7.3.4 氮、磷化合物在水体中的转化	163	7.6.2 水环境现状分析	176
7.4 我国水污染现状	164	7.6.3 水环境功能区划与水污染控制 单元	176
7.4.1 淡水环境现状	164	7.6.4 水环境容量测算	178
		7.6.5 水污染物总量控制	178
		思考题	179

8 土壤环境保护	180
8.1 土壤污染与污染源	181
8.1.1 土壤污染与土壤自净	181
8.1.2 土壤环境污染与污染源	187
8.1.3 土壤污染的危害	188
8.2 重金属在土壤中迁移转化的一般规律	189
8.2.1 重金属在土壤中的迁移	189
8.2.2 重金属在土壤-植物体系中的生物效应	191
8.2.3 汞在土壤中的迁移转化	192
8.3 化学农药在土壤中的迁移转化	193
8.3.1 农药在土壤中的迁移转化	193
8.3.2 农药在土壤中的残留	197
8.4 土壤污染的防治	198
8.4.1 控制污染源	198
8.4.2 增加土壤的环境承载力	200
8.4.3 有机耕作	201
8.4.4 解决土壤污染问题的几点建议	202
8.5 土壤侵蚀及控制	203
8.5.1 水土流失	204
8.5.2 沙漠化	204
8.5.3 土壤盐渍化	205
思考题	206
9 固体废物处置与管理	207
9.1 固体废物的来源及危害	208
9.1.1 固体废物的来源与分类	208
9.1.2 固体废物的产生现状	210
9.1.3 固体废物的环境问题	213
9.2 固体废物污染防治与综合利用	214
9.2.1 固体废物的控制措施	214
9.2.2 固体废物的处理处置技术	216
9.2.3 固体废物的综合利用	217
9.3 固体废物管理	221
9.3.1 国外固体废物的管理	221
9.3.2 危险废物越境转移的控制	223
9.3.3 我国固体废物的管理	225
思考题	228
10 物理性污染与防治	229
10.1 噪声污染与防治	230
10.1.1 噪声源及其度量	230
10.1.2 噪声的危害与控制	232
10.2 电磁性污染及其控制	236
10.2.1 电磁性污染与污染源	236
10.2.2 电磁污染防治	238
10.3 放射性污染与防治	240
10.3.1 放射性污染与污染源	240
10.3.2 放射性污染防治	243
10.4 光热污染及其防治	246
10.4.1 光污染及其防治	246
10.4.2 热污染及其防治	248
思考题	251
11 生态城市建设	252
11.1 生态城市思想的历史发展	253
11.1.1 中国生态聚居思想的发展	253
11.1.2 西方国家生态城市思想的发展	254
11.2 生态城市概述	255
11.2.1 生态城市的内涵	255
11.2.2 生态城市的特征	257
11.2.3 生态城市的建设内容	257
11.2.4 生态城市建设的模式	259
11.3 生态城市建设的目标	261
11.3.1 社会生态目标	261
11.3.2 经济生态目标	261
11.3.3 自然生态目标	262
11.4 生态城市规划	263
11.4.1 生态城市规划的原则	264
11.4.2 生态城市规划的程序	265
11.4.3 生态城市规划的主要内容	265
11.4.4 生态城市规划的指标体系	267
11.5 中国生态城市建设概况	271
11.5.1 中国生态城市发展状况	271
11.5.2 中国生态城市建设现状	271
11.5.3 中国生态城市建设的前景展望	273
思考题	274
12 可持续发展的理论与实践	275
12.1 可持续发展的由来及内涵	276
12.1.1 可持续发展的由来	276
12.1.2 可持续发展的概念及内涵	279
12.1.3 可持续发展的基本原则	280
12.1.4 可持续发展的主要内容	281
12.2 可持续发展的基本理论	282
12.3 可持续发展实践	283
12.3.1 可持续发展的基本模式	283

12.3.2 可持续发展的实践途径	284	12.4.2 可持续发展的法制体系	300
12.3.3 我国可持续发展战略	295	12.4.3 可持续发展的科技系统	301
12.3.4 我国可持续发展实验区建设	297	12.4.4 可持续发展的教育系统	301
12.4 可持续发展的支撑体系建设	300	12.4.5 可持续发展的公众参与	301
12.4.1 可持续发展的管理体系	300	思考题	301
参考文献			302

1 绪 论

Our existence, lifestyles, and economies depend completely on the sun and the earth, a blue and white island in the black void of space. Environmentalists and many leading scientists believe that we are depleting and degrading the earth's natural capital at an accelerating as our population and demands on the earth's resources and natural processes increase exponentially. The environmental problems we face include population growth, wasteful use of resources, destruction and degradation of wildlife habitats, extinction of plants and animals, poverty, pollution and so on. All these problems are interconnected and are growing exponentially. The first part of this chapter briefly describes the evolution of the Earth's environment, and analysis of the human environment and its functional characteristics. The second part of this chapter describes environmental problems and the origin and development of environmental science. Part III of this chapter focuses primarily on environmental science objects, tasks and content, noting that environmental science is a comprehensive use of natural science and social science disciplines related to the theory, techniques and methods to study the "human-environment" system, and to resolve environmental problems.

导 读：人类是地球环境发展到一定阶段的产物，人类要依赖自然环境才能生存和发展；人类又是环境的改造者，通过社会性生产活动来使用和改造环境，使其更适合人类的生存和发展。本章第一部分简要介绍了地球环境的演化，地球生命的诞生和发展，分析了人类环境及其功能特性，讨论了环境的概念及其组成。本章第二部分阐述了环境问题及环境科学的由来和发展。环境问题产生的初期并没有引起人类的足够认识，当环境的反馈作用已严重威胁到人类的生存和发展的时候，环境问题逐渐得到重视，环境科学正是以此为契机而发展起来的。本章第三部分主要阐述了环境科学研究的对象、任务和内容，指出环境科学是综合运用自然科学和社会科学的有关学科的理论、技术和方法来研究“人类-环境”系统的产生、发展、调节和控制以及改造与利用的科学。

1.1 自然环境与人类社会

1.1.1 地球环境的形成与演化

人类迄今为止的探测和考察表明：地球是人类唯一最理想、最优越的生存发展基地，这里有肥沃的土地、充足的水源、适宜的气候、温暖的阳光、茂密的森林、美丽的草原、辽阔的海洋、秀丽的风景、丰富的能源和无数的地下宝藏。

关于地球的形成，不同的学者有着不同的推理，其中一个假说是18世纪德国哲学家康德和法国数学家拉普拉斯提出的“星云学说”，到了1944年德国物理学家魏扎克又发展了这个学说。按照“星云学说”，原始星云不断收缩，中心部分形成太阳，外围的部分由于惯性离心力的作用没有向中心集中而演化成星云盘。当太阳成为一颗恒星之后，在光热辐射以及太阳风的作用下，靠近太阳的部分星云盘中的气体物质和冰物质逐渐跑掉，剩下较重的固体物质，它们只占原始星云含量的0.4%。在演化的过程中，通过某些机制的作用，这些固体物质逐渐合并增大为星子；这些星子的半径增大到一千米左右时，其质量产生足够的吸引力；在引力作用下，这些星子互相合并形成半径更大的星子；大约经过了一亿年左右的时间，在靠近太阳的区域，形成了由固体物质组成的密度和质量都很小的四个行星，地球就是其中之一。大约60亿年以前，地球刚刚从“太阳星云”中分化出来的时候尚没有明显的轮廓，没有明显的分层现象。在距今大约20亿~46亿年以前的这段时期，地球这个星体以及原始的地球环境逐渐发育形成。

地球的分层结构是通过宇宙自然力长期作用以及地球自身长期演化而形成的。分层作用与地球内部热力有关，地球内部增温使内部岩石物质中的铁熔化，而硅酸盐由于熔点高而没有熔化。当地球内部温度达到铁镍的熔点时，铁镍开始融化，并受重力的影响渗透过没有熔化的物质间隙，流向地心，这样地球内部便开始有了分层作用。在经过了亿万年的分层演化之后，形成现代的地球内部圈层结构——内核、外核、地幔和地壳。

原始地球外部也没有现代的圈层构造——岩石圈、水圈、大气圈和生物圈，现代地球环境也是经过数亿万年的演化才形成的。地球刚刚形成的时候没有现代的大气，那时候的大气成分主要是由氢气、甲烷、氨气和水蒸气等气体组成的还原性大气。经过漫长时期的演化，在地球上出现生物尤其是出现含有叶绿素的植物之后，由于植物光合作用过程中会结合二氧化碳而释放出氧气；另外一方面，植物吸收铵离子后合成蛋白质，之后又通过微生物的分解作用释放出氮气；氧气和氮气的不断增多，使原始大气成分发生了改变，原来的还原性大气成分逐渐转变成富含氧气且适合生命活动的氧化性大气成分。大约经过4亿年的积累，在距今大约16亿年以前的时候，一个富含氧气的现代大气圈终于形成。大气中的氧离子不断增加，与氧原子不断结合，形成臭氧分子，导致大气圈中的臭氧分子也不断增加。大约在距今4亿年的时候，臭氧在大气中逐渐积累形成臭氧层(The ozone layer)。臭氧层可以吸收紫外光，对生命活动起到很好的防护作用，这便为更高等的海洋生物进化和生命登陆创造了条件。

The ozone layer is band of concentrated ozone. It is found in the stratosphere, an upper layer of the atmosphere, 10 to 50 kilometers above the earth's surface. The ozone layer was first discovered by Professor Gordon Dobson of Oxford University in 1957.

Source: www.deltaenviro.org.za/resources/envirofacts/.

地球形成的初期，地球上的水以岩石中结晶水的形式存在。随着地球内部构造发生变化，地球内部的水分受热以水蒸气的形式上升到地表，或者是随着火山活动一起喷发到地表，这些水蒸气遇冷凝结。大量水汽凝结并形成降水，然后在地表汇集形成河流、湖泊，最后汇入海洋，地表水圈也形成了。

经过数亿万年的演化，除了形成地球自身的内部圈层，又形成了地球外部的大气圈和水圈，为地球上生命的诞生提供了必要条件。后来在太阳能和地热能的作用下，大气中一些简单的具有生命活性的有机物质和甲烷等反应，化合成氨基酸等有机物质，以后又逐步演化成蛋白质等更高等的有机物，为地球生命的诞生提供了充分条件。

1.1.2 地球生命的诞生和演化

关于地球上生命的诞生，有很多假说，迄今为止学术界也没有一个定论，其中一个假说是“生命地球诞生论”；该假说认为地球上的生物是由无机物进化而来，这种观点现在已被许多人接受。

原始大气是孕育生命的基础，原始大气中简单的烃类化合物在一系列机制作用下逐渐形成简单的有机物质，像氨基酸等。随着温度的降低，大量的氨基酸与大气中的甲烷等气体作用并合成具有生命活性的类蛋白质，然后这些物质随降水一起降落到地表，汇入江河，最后进入海洋。经过漫长的岁月，地球生命终于在海洋中诞生了，原始海洋成了孕育生命的摇篮。

大约 35 亿年以前，在原始海洋中由氨基酸和蛋白质形成了最简单的无氧呼吸的原始生物——各种细菌。它们不能自养，只能靠摄取水中的有机物来获得能量。

大约 30 亿年以前，原始细菌逐步演化成了具有叶绿素的自养型原核生物。这些原核生物能够利用太阳光结合水中的二氧化碳，进行光合作用，释放出氧气。这个过程释放出的氧气也正是使原始的还原性大气成分发生改变的开始。大约 10 亿~15 亿年以前，原始海洋中演化出现了单细胞真核植物。大约在 6 亿年以前，海洋中开始出现了动物。大约 4 亿年以前，生命登陆成功，开始出现了陆地低等植物，像蕨类植物。从这个时候起，生命在海洋中和陆地上同时存在，共同演化发展，一个充满生机的地球环境系统就这样形成了。

在距今 0.7 亿~2.5 亿年的时期内，随着地球表面环境的复杂变化，生物界的演化也发生了巨大的变化。这个时期，适应环境的裸子植物出现了，随后又出现了两栖动物和爬行动物。

距今 300 万~500 万年的时期内，在地球内部作用力和地球外部作用力的共同影响下，地球形成了现代的地表形态。这个时期，被子植物空前繁荣，出现了大面积的森林和草原，肥沃的土壤圈也逐渐形成了。这为动物，尤其是哺乳动物提供了丰富的食物来源，也为人类的诞生创造了条件。

地球上从无生命到有生命，从简单到复杂，从低级到高级，从海洋到陆地，经历了几十亿年的漫长历程，形成了土壤圈、水圈、大气圈以及丰富多彩的生物圈。随之而来的是高级灵长类动物的演化，进而就是人类的诞生。

1.1.3 人类环境及其功能特性

(1) 环境的定义 随着人类的诞生，逐渐形成了人类社会，人类社会与周围环境相互影响、相互作用，便组成了“人类-环境”系统。

研究与人类密切关联的环境有极其重要的意义。关于环境的定义，在不同的国家由于政治、经济和文化背景不同，对环境的定义也有所不同。例如，《中华人民共和国环境保护法》中指出：“本法所称环境，是指影响人类生存和发展的各类天然的或经过改造的自然因素的总体，包括大气、水、海洋、土地、矿藏、森林、草原、野生生物、自然遗迹、人文遗迹、自然保护区、风景名胜区、城市和乡村等。”1982 年联合国环境规划理事会特别会议的决议

中,提出:“经济文化发展计划必须慎重考虑到地球的生命支持系统中各个组分和各种反应过程之间的相互关系,对一个部门的有利行动,可能会对其他部门引起意想不到的损害。”并指出经济与社会发展计划必须考虑到“环境系统的稳定性的极限”。

从哲学的角度看,环境是一个相对概念,即它是一个相对于主体而言的客体,或者说,相对于某一主体的周围客体因空间分布、相互联系而构成的系统,就是相对于该主体的环境。在社会学中,环境则被认为是以人为主体的外部世界,其研究内容是各种各样的人际关系,像家庭关系、婚姻关系等。在生态学中,环境则被认为是以生物为主体的外部世界,因此其研究的内容可以分成物种生态学、种群生态学、群落生态学以及生态系统学等几种。在许多学科中,对环境的定义都是以哲学定义为基础的,同时又赋予了更明确、更具体的内涵。

从环境科学的角度看,“环境 (Environment)” 同样是一个决定学科性质、研究对象和研究内容的基本概念,是以人类为主体的外部世界的总体,即人类生存与繁衍所必需的环境或物质条件的综合体,可以分为自然环境和人工环境两种。

Environment can be defined as all external conditions and factors, living and nonliving (chemicals and energy), that affect an organism or other specified system during it's lifetime; the earth support systems for us and for all other forms of life-another term for describing solar capital and earth capital.

自然环境 (Natural environment) 是指直接或间接影响到人类的一切自然形成的物质、能量和自然现象的总体,有时简称环境。自然环境亦可看作由地球环境和外围空间环境两部分组成。图 1-1 表述自然环境的组成。

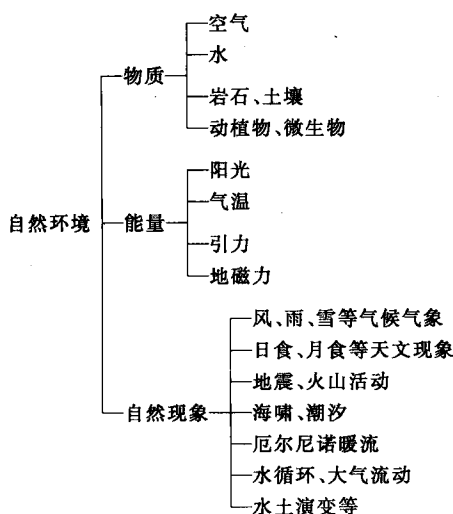


图 1-1 自然环境的组成

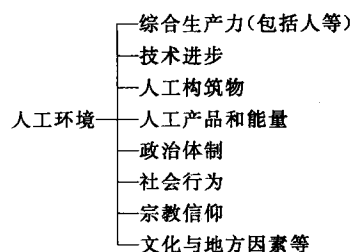


图 1-2 人工环境的组成

人工环境 (Artificial environment) 是指由于人类的活动而形成的环境要素,包括人工形成的物质、能量和精神产品,以及人类活动中所形成的人与人之间的关系。图 1-2 表述了人工环境的组成。

(2) 环境要素 环境要素 (Environmental element), 又称环境基质, 是指构成人类环境整体的各种性质不同而又服从整体演化规律的基本物质组分, 分为自然环境要素和人工环境要素。自然环境是环绕人们周围的各种自然因素的总和, 如大气、水、植物、动物、土

壤、岩石矿物、太阳辐射等。这些是人类赖以生存的物质基础，通常把这些因素划分为大气圈、水圈、生物圈、土壤圈、岩石圈五个自然圈。人工环境指人为加工形成的生活环境，包括人类住宅、产业体系以及交通、通信、供水、供气、绿化等各种公共服务设施。

环境要素组成环境结构单元，环境结构单元又组成环境整体或环境系统。例如，由水组成水体，全部水体总称为水圈；由大气组成大气层，整个大气层称为大气圈；由生物体组成生物群落，全部生物群落构成生物圈等。

各环境要素间存在如下规律。

① 最差（小）限制定律。该定律是指“整体环境的质量，不能由环境诸要素的平均状态决定，而是受环境诸要素中那个处于最差状态的要素所控制”。

② 各环境要素的等值性。各个环境要素，无论它们本身在规模上或数量上如何不相同，但只要是一个独立的因素，那么对于环境质量的限制作用并无质的差异。

③ 各环境要素整体效应大于个体效应之和。环境诸要素互相联系、互相作用产生的整体效应，是个体效应基础上质的飞跃。

④ 各环境要素互相联系。环境诸要素在地球演化史上的出现，虽然有先后之别，但它们是相互联系、相互制约和相互依赖的。从地球演化的意义上看，某些要素孕育着其他要素。例如岩石圈的形成成为大气的出现提供了条件；岩石圈和大气圈的存在，又为水的产生提供了条件；岩石圈、大气圈和水圈又孕育了生物圈。

(3) 环境的分类 环境系统是一个非常复杂的体系，至今尚未形成统一的分类系统。一般可按环境的主体、环境性质或环境范围等进行分类。

① 按环境的主体分类。按环境的主体进行分类，目前有两种体系，一种是以人为主体的，其他的生命物质和非生命物质都被视为环境要素，这类环境称为人类环境，在环境科学中多数学者都采用这种分类方法。人类环境是以人类为中心的，包含人类赖以生存和发展的各种自然因素的综合体。

另一种是以生物为主体，生物体以外的所有自然条件称为环境，这类环境称为生物环境。非生物因素主要包括光、温度、空气、水分等，是生物体赖以生存的环境因素。

② 按环境的属性分类。按环境的性质可将环境分为原生环境（又称自然环境）、次生环境（被人类影响的自然环境，又称人工环境）和社会环境三类。

原生环境指环境可以直接或间接影响到人类生活、生产的一切自然形成的物质和能量的总体。构成自然环境的物质种类很多，主要有空气、水、植物、动物、土壤、岩石矿物、太阳辐射等。这些是人类赖以生存的物质基础。

次生环境指自然环境中受人类活动影响较多的地域。如耕地、种植园、鱼塘、人工湖、牧场、工业区、城市、集镇等。次生环境是原生环境演变成的一种人工生态环境。其发展和演变仍受自然规律的制约。

社会环境是指人类生存及活动范围内的物质和精神条件的总和。广义包括整个社会经济文化体系，如生产力、生产关系、社会制度、社会意识和社会文化。狭义仅指人类生活的直接环境，如家庭、劳动组织、学习条件和其他集体性社团等。社会环境对人的形成和发展进化起着重要作用，同时人类活动也给予社会环境以深刻的影响，而人类本身在适应改造社会环境的过程中也在不断变化。

③ 按照环境的范围大小分类。按照环境范围大小可将环境分为宇宙环境（或称星际环境）、地球环境、区域环境、微环境和内环境。

宇宙环境（Space environment）指大气层以外的宇宙空间。是人类活动进入大气层以外的空间和地球邻近天体过程中提出的新概念，也有人称之为空间环境。宇宙由广阔空间和存在其中的各种天体及弥漫物质组成，它对地球环境产生着深刻影响。太阳辐射是地球的主

要光源和热源，推动了生物圈这个庞大生态系统的正常运转。太阳辐射能的变化影响着地球环境。例如，太阳黑子出现的数量同地球上的降雨量有明显的相关关系。月球和太阳对地球的引力作用产生潮汐现象，并可引起风暴、海啸等自然灾害。

地球环境 (Global environment) 指大气圈中的对流层、水圈、土壤圈、岩石圈和生物圈，又称为全球环境，也有人称为地理环境 (Geoenvironment)。地球环境与人类生物的关系尤为密切。其中生物圈中的生物把地球上各个圈层密切地联系在一起，并推动各种物质循环和能量交换。

区域环境 (Regional environment) 指占有某一特定地域空间的自然环境，它是由地球表面不同地区的 5 个自然圈层相互配合而形成的。不同地区，形成各种不同的区域环境特点，分布着不同的生物群落。

微环境 (Micro-environment) 指区域环境中，由于某一个 (或几个) 圈层的细微变化而产生的环境差异所形成的小环境。例如，生物群落的镶嵌性就是微环境作用的结果。

内环境 (Inner environment) 指生物体内组织或细胞间的环境。对生物体的生长和繁育具有直接的影响。例如，叶片内部，直接和叶肉细胞接触的气腔、气室、通气系统，都是形成内环境的场所。内环境对植物有直接的影响，且不能为外环境所代替。

(4) 环境的功能和特性

① 环境的功能。各类环境要素都是人类生产生活所需要的资源，因此，环境的功能首先是为人類生存和繁衍提供必需的资源。例如，岩石圈为人类提供大量的矿产资源，土壤圈为人类提供生产粮食作物所需要的营养条件，生物圈为人类提供食物和大量的生产资料等。

其次是环境的调节功能。环境系统是一个复杂的，具有时、空、量、序特征的动态系统和开放系统，系统内外存在着物质和能量的变化与交换。系统对外部的各种物质和能量，通过外部作用，进入系统内部，这种过程称为输入；系统内部也对外界发生一定的作用，通过系统内部作用，一些物质和能量排放到系统外部，这个过程称为输出。在一定的时空尺度内，环境在自然状态下通过调节作用，使系统的输入等于输出，这时候就出现一种平衡，叫做环境平衡或生态平衡。当外部干扰影响了环境系统的输入和输出时就会造成环境系统的失衡。

第三是环境的服务功能。自然资源和自然生态环境都是生命的支持系统，它们除了为人类提供大量的生产和生活资料外，还有许多生态服务功能，像森林调节气候，净化空气，为人类提供休闲娱乐的场所等，生态系统提供的这些功能是人类自身所不能替代的。美国的“生物圈二号”科学实验证实，在人类现有的技术水平下，还无法模拟出一个供人类生存和繁衍的生态系统。

最后是环境的文化功能。地球的演化形成了今天壮丽的名山大川，优美的自然环境使人类在精神上和人格上得到了发展和升华，不同的自然环境塑造了不同的民族性格、习俗和文化。

② 环境特性

a. 环境的整体性和区域性。环境的整体性是指人与地球环境是一个整体，地球的任一部分，或任一个系统，都是人类环境的组成部分。各部分之间存在着紧密的相互联系、相互制约关系。局部地区的环境污染或破坏，总会对其他地区造成影响和危害。所以人类的生存环境及其保护，从整体上看是没有地区界线和国家界限的。

环境的区域性指的是环境特性的区域差异。具体来说就是环境因地理位置的不同或空间范围的差异，会有不同的特性。比如滨海环境与内陆环境，高原环境与盆地环境等，都会明显地表现出环境特性的差异。环境的区域性不仅体现了环境在地理位置上的变化，还反映了区域社会、经济、文化和历史等的多样性。

b. 环境变动性和稳定性。环境变动性指的是在自然或人类社会行为的作用下，环境的内部结构和外在状态始终处于不断的变化中。人类社会发展的历史就是人类与自然界相互作用的历史，也就是人类环境的结构和状态不断变化的历史。

环境的稳定性是相对于变动性而言的。所谓稳定性是指环境系统具有一定的自我调节的特性，也就是说，环境的结构、状态在自然和人类行为的作用下，所发生的变化不超过一定限度时，环境可以借助自身的调节功能减轻这些变化的影响。通常，环境的变动性和稳定性是相辅相成的，变动是绝对的，稳定是相对的。

c. 环境的资源性和价值性。环境的资源性是指环境具有资源价值。环境提供了人类生存所必需的物质和能量。离开了这些物质和能量，人类社会就不可能生存，更谈不上发展；如果环境中的这些物质和能量供应不足或者不平衡，也会危及人类社会的生存发展。因此说环境是人类社会存在和发展的基本物质条件。

环境的价值性是显而易见的。最初人类对环境价值的认识是有误区的，认为环境中的物质都是取之不尽、用之不竭的，因而也就没有对环境资源的价值性给予足够的重视。事实证明，正是这种错误的认识，导致了人类大肆攫取自然资源，并由此引发了严重的环境污染和生态破坏。

1.2 环境科学的产生和发展

1.2.1 环境问题的产生和发展

从广义上理解，任何由自然或人类引起的生态平衡破坏，最后直接或间接影响人类的生存和发展的一切客观存在的问题，都是环境问题。也就是说，环境问题主要是由有两方面原因引起：一是自然因素；二是人为因素。自然原因对环境造成的影响主要是指各种自然灾害（像地震、火山喷发、气候巨变或者是外来星体撞击地球等）造成的环境影响。由自然灾害引起的环境问题称为原生环境问题。人为因素对环境的影响主要是指人类为了满足自己的生产和消费活动，过度地从自然环境中掘取资源，或者过度的将生产和消费活动过程所产生的废弃物向环境排放，超过环境自身的调节能力，从而造成对环境的破坏，使环境质量越来越差。由人为因素引起的环境问题称为次生环境问题。

环境科学所研究的环境问题主要是指由人类活动引起的环境问题，即人类在利用和改造自然的过程中引起环境质量的变化，以及这种变化对人类生产、生活、健康乃至生命的影响，这是从狭义的角度理解的环境问题。

Environmental problem is the known process (such as resource consumption) that has negative effects on the sustainability of the environmental quality necessary for the well being of the organisms living in it.

Source: <http://www.businessdictionary.com/definition/environmental-problem.html>.

人类活动使生态环境恶化有很多典型的事例。典型事例之一是古巴比伦文明的消逝——两河流域的美索不达米亚曾经是森林茂密、水草肥美的冲积平原，在公元前 3000 至公元 500 年的历史长河中，这里造就了世界闻名的古巴比伦文明。可悲的是，随着人类定居要求越来越高、人口越来越多、大量砍伐森林、大量开垦草地，再加上战争的烧杀抢掠，最终使得自然资源枯竭、环境恶化，两河流域茂密森林不见了，土壤变得十分贫瘠，气候也十分恶劣，昔日里优美的风光完全消失了，取而代之的是茫茫的荒漠。

在中国也可以找到同样的事例，曾经辉煌的丝绸之路，令多少中国人感到骄傲，可如今只有茫茫荒漠上的断壁残垣向人们诉说着昔日的辉煌。

人类是地球环境演化到一定阶段的产物，环境是人类赖以生存和发展的基础。人类的生产和消费活动离不开环境；人类的生产和消费活动必然对环境造成影响，也就是说环境问题自古就有，环境问题的发展与人类社会的发展是同步的。

审视人类社会发展的历程，可以将环境问题的产生和发展概括为以下三个阶段。

(1) 生态环境的早期破坏 此阶段从人类出现开始直到 18 世纪 60 年代产业革命，是一个漫长的时期。在该阶段，人类经历了从以采集狩猎为生的游牧生活到以耕种和养殖为生的定居生活的转变。随着种植、养殖和渔业的发展，人类社会开始第一次劳动大分工。人类从完全依赖大自然的恩赐转变到自觉利用土地、生物、陆地水体和海洋等自然资源。人类的生活资料有了较以前稳定得多的来源，人类的种群开始迅速扩大。人类社会需要更多的资源来扩大物质生产规模，便开始出现烧荒、垦荒、兴修水利工程等改造活动，引起严重的水土流失、土壤盐渍化或沼泽化等问题。但此时的人类还意识不到这样做的长远后果，一些地区因而发生了严重的环境问题，主要是生态退化。较突出的例子是，古代经济发达的美索不达米亚，由于不合理的开垦和灌溉，后来变成了不毛之地；中国的黄河流域，曾经森林广布，土地肥沃，是文明的发源地，而西汉和东汉时期的两次大规模开垦，虽然促进了当时的农业发展，可是由于森林骤减，水源得不到涵养，造成水旱灾害频繁，水土流失严重，沟壑纵横，土地日益贫瘠，给后代造成了不可弥补的损失。但总的说来，这一阶段的人类活动对环境的影响还是局部的，没有达到影响整个生物圈的程度。

(2) 近代城市环境问题 此阶段从工业革命开始到 20 世纪 80 年代发现南极上空的臭氧空洞为止。工业革命（从农业占优势的经济向工业占优势的经济的迅速过渡称为工业革命）是世界史的一个新时期的起点，此后的环境问题也开始出现新的特点并日益复杂化和全球化。18 世纪后期欧洲的一系列发明和技术革新大大提高了人类社会的生产力，人类开始插上技术的翅膀，以空前的规模和速度开采和消耗能源和其他自然资源。新技术使英国、欧洲和美国等地在不到一个世纪的时间里先后进入工业化社会，并迅速向全世界蔓延，在世界范围内形成发达国家和发展中国家的差别。工业化社会的特点是高度城市化。这一阶段的环境问题跟工业和城市同步发展。先是由于人口和工业密集，燃煤量和燃油量剧增，发达国家的城市饱受空气污染之苦，后来这些国家的城市周围又出现日益严重的水污染和垃圾污染，工业三废、汽车尾气更是加剧了这些污染公害的程度。在后来的 20 世纪六、七十年代，发达国家普遍花大力气对这些城市环境问题进行治疗，并把污染严重的工业搬到发展中国家，较好地解决了国内的环境污染问题。随着发达国家环境状况的改善，发展中国家却开始步发达国家的后尘，重走工业化和城市化的老路，城市环境问题有过之而无不及，同时伴随着严重的生态破坏。

(3) 当代环境问题阶段 从 1984 年英国科学家发现、1985 年美国科学家证实南极上空出现的“臭氧空洞”开始，人类环境问题发展到当代环境问题阶段。这一阶段环境问题的特征是，在全球范围内出现了不利于人类生存和发展的征兆，目前这些征兆集中在酸雨、臭氧层破坏和全球气候变暖三大全球性大气环境问题上。与此同时，发展中国家的城市环境问题和生态破坏、一些国家的贫困化愈演愈烈，水资源短缺在全球范围内普遍发生，其他资源（包括能源）也相继出现将要耗竭的信号。这一切表明，生物圈这一生命支持系统对人类社会的支撑已接近它的极限，同时也表明环境问题的复杂性和长远性。

1.2.2 环境科学的产生和发展

(1) 环境科学的产生 随着人类社会的发展，人类对环境的影响逐渐增大，人与环境之间的矛盾也日益突出。环境科学是人类在解决环境问题实践中而产生和发展起来的一门科学。

追溯环境科学产生的渊源，应该从人类意识到保护自然环境开始。古代人类在生产和生